

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 03-068830

(43)Date of publication of application : 25.03.1991

(51)Int.Cl. G01L 9/04
G01L 19/04

(21)Application number : 01-206099

(71)Applicant : FUJI ELECTRIC CO LTD

(22)Date of filing : 09.08.1989

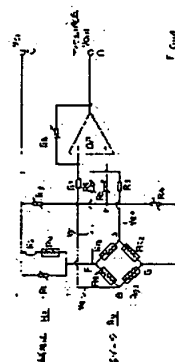
(72)Inventor : KATO KAZUYUKI

(54) TEMPERATURE COMPENSATION CIRCUIT OF SEMICONDUCTOR PRESSURE SENSOR

(57)Abstract:

PURPOSE: To make it possible to compensate for temperature dependency by a positive temperature coefficient characteristic even if the negative temperature dependency is provided by connecting the connecting point between a resistor having temperature dependency and a strain gage bridge and a zero-potential generating circuit through a resistor.

CONSTITUTION: A combined resistor Rx comprising a thermistor Ra having a negative temperature coefficient characteristic, a resistor R2 and a resistor R1 is connected between a power source terminal C and a terminal F of a strain gage bridge. A resistor R9 is connected between the terminal F and the non-inverted input terminal of an operation amplifier OP1. The output voltage of the strain gage bridge is amplified in a differential amplifier comprising the amplifier OP1 and the resistors R5, R6, R7 and R8. In this constitution, the resistor Rx has the function for imparting positive tendency to the temperature dependency of the potential at the connecting point F to the bridge. Therefore, the negative temperature dependency of the output signal voltage of the bridge and the negative temperature dependency of the amplitude of the differential amplifier due to the output impedance between output terminals A and B of the bridge can be compensated.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

3-0164-TM.

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平3-68830

⑬ Int. Cl.⁵G 01 L 9/04
19/04

識別記号

1 0 1

庁内整理番号

7015-2F
8104-2F

⑭ 公開 平成3年(1991)3月25日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全6頁)

⑮ 発明の名称 半導体圧力センサの温度補償回路

⑯ 特 願 平1-206099

⑰ 出 願 平1(1989)8月9日

⑱ 発 明 者 加 藤 和 之 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号 富士電機株式会社
社内

⑲ 出 願 人 富士電機株式会社 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

⑳ 代 理 人 弁理士 山 口 巖

感度、オフセット、温度特性を同一チップに集積している電源に接続した
合成抵抗Rxにて調整している。

明 細 書

1. 発明の名称

半導体圧力センサの温度補償回路

2. 特許請求の範囲

1) シリコンダイアフラム上に拡散により形成された歪ゲージを含み、1対の駆動電圧入力端子と1対の信号電圧出力端子とを有するブリッジ回路と、

前記駆動電圧入力端子のいずれか一方と駆動電圧源の一方の端子の間に接続され、前記ブリッジの駆動電圧入力端子間の等価内部抵抗とは異なった温度依存性を有する抵抗、もしくは外抵抗を含む複数の第1の抵抗よりなる合成抵抗と、

前記駆動電圧源の端子間に設けられ、複数の第2抵抗により構成された零電位発生回路とを備え、

前記ブリッジの信号電圧出力端子間の信号電圧を増巾し、この増巾電圧にさらに前記零電位回路の出力電圧を加え合わせて出力する半導体圧力センサの温度補償回路において、

前記ブリッジと前記した温度依存性を有する抵

抗もしくは合成抵抗との接続点と、前記零電位発生回路との間を、第3の抵抗を介して接続したことを特徴とする半導体圧力センサの温度補償回路。

3. 発明の詳細な説明

【産業上の利用分野】

この発明は、半導体圧力センサの温度補償回路、特に温度特性のばらつきに対して、補償可能な範囲の拡大をはかった温度補償回路に関する。

なお以下各図において同一の符号は同一もしくは相当部分を示す。

【従来の技術】

一般に、シリコンダイアフラムを備えた圧力センサは、ストレンゲージ(歪ゲージ)間の温度特性のずれなどに起因する零点温度特性、及びストレンゲージのピエゾ抵抗係数の温度依存性などに起因する感度温度特性を有し、特に広い温度範囲で高精度が要求される用途に用いられる場合、通常の調整としての零点調整、感度調整のみならず、前記の2つの温度特性の補償が不可欠である。

第5図は半導体圧力センサの零点調整、感度調

時間平3-68830 (2)

整、さらに零点温度特性、及び感度温度特性の補償を行う従来の回路を示す。ストレンゲージ（歪ゲージ） R_g ($R_{g1} \sim R_{g4}$) は、シリコンダイアフラム上に熱敏により形成され、圧力を加えるとブリッジの信号出力端子 A、B 間に電圧信号が生じるようにダイアフラム上の位置が決められている。直流の正の電源電圧 V_{cc} が印加される端子 C とブリッジの駆動電圧入力端子 F との間に、ストレンゲージとは逆の負の温度依存性を持ったサーミスタ R_a と抵抗 R_1, R_2 とより成る合成抵抗 R_x が接続される。

電源端子 C とアース端子（つまり、直流電源 V_{cc} の負側端子）E との間に接続された抵抗 R_3, R_4 の接続点 H が抵抗 R_5 を介して演算増幅器 OP1 の非反転入力端子に接続される。この増幅器 OP1 と抵抗 R_5, R_6, R_7, R_8 より成る差動増幅器により、ブリッジ出力電圧信号は増幅され、圧力センサ出力電圧 V_{out} として出力される。感度調整用抵抗は R_8 である。またセンサ出力の零点調整は抵抗 R_3 もしくは R_4 を変化させ、点 H

の電位を動かすことによりなされる。

感度温度特性の補償は、負の温度依存性を持った合成抵抗 R_x によりブリッジ駆動電圧端子 F、C 間電圧の温度依存性に正の傾向を持たせ、加圧時に発生するブリッジ出力電圧信号の負の温度依存性を補償している。

さらにブリッジの信号出力端子 A、B 間の出力インピーダンスは正の温度依存性を有しており、そのため差動増幅器の増幅度は負の温度依存性を有しているが、この温度依存性も併せて補償している。この感度温度特性補償の調整抵抗は R_1 である。

ところで第 5 図の圧力センサの出力電圧 V_{out} は下式 (I) で表わされる。

$$V_{out} = \frac{R_8}{R_6 + r_g} (V_{gt} - V_{g-}) + \frac{R_5 + r_D - R_8}{R_6 + r_g + R_5 + r_D} V_g + \frac{R_6 + r_g + R_8}{R_6 + r_g + R_5 + r_D} V_D \quad \text{..... (I)}$$

ここで、

V_{gt} : ブリッジ出力端子 A の電位

V_{g-} : ブリッジ出力端子 B の電位

r_g : ブリッジ出力端子 A、B 間の出力インピーダンス

r_D : 抵抗 R_5 より点 H 側を見たインピーダンス、即ち $r_D = R_3 \cdot R_4 / (R_3 + R_4)$

V_D : R_5 の抵抗値が無限大の場合の点 H の電位である。

次に零点温度特性補償の回路動作を前記の式 (I) を用いて説明する。式 (I) の右辺第 1 項は増幅されたブリッジ出力電圧である。シリコンダイアフラムを加圧しない状態でも通常、差動出力電圧 $V_{gt} - V_{g-}$ は零にはならず、また温度特性のばらつきを有する。また右辺第 3 項は温度依存性を持たず、センサ出力の零電位成分となる。右辺第 2 項の V_{gt} は正の温度依存性を有する。よって $(R_5 + r_D) > R_8$ の場合、右辺第 2 項は正の温度依存性を持ち、 $(R_5 + r_D) < R_8$ の場合、負の温度依存

性を持つ。抵抗 R_5 を調整することにより、右辺第 1 項の温度依存性を右辺第 2 項の温度依存性で打消し合い補償を行っている。

【発明が解決しようとする課題】

上述した第 5 図の補償回路は素子数が少なく、コンパクトな回路であるが、次に述べるように零点温度特性の補償範囲が狭いという問題点がある。

即ち第 6 図は抵抗 R_5 と式 (I) 右辺第 2 項の温度勾配の関係を示す。 R_5 の値を小さくすることにより負の温度勾配を任意に設定することが可能である。他方、 R_5 の値を無限大まで大きくしても、温度勾配を dV_{gt}/dT (T は温度) 以上にすることは不可能である。従って右辺第 1 項が $-dV_{gt}/dT$ よりもより大きい負の温度依存性を有する場合、補償できなくなる。

そこで本発明は第 5 図の回路の一部の変更のみで前述の問題を解消し得る半導体圧力センサの温度補償回路を提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

前記の課題を解決するために本発明の回路は、

特開平3-68830 (3)

シリコンダイアフラム上に拡散により形成された歪ゲージ ($R_{g1} \sim R_{g4}$ など) を含み、1 対の駆動電圧入力端子 (F , G など) と 1 対の信号電圧出力端子 (A , B など) とを有するブリッジ回路と、

前記駆動電圧入力端子のいずれか一方と駆動電圧源の一方の端子 (C または E など) の間に接続され、前記ブリッジの駆動電圧入力端子間の等価内部抵抗とは異なった温度依存性を有する抵抗、もしくは該抵抗を含む複数の第 1 の抵抗よりなる合成抵抗 (R_x など) と、

前記駆動電圧源の端子間に設けられ、複数の第 2 抵抗 (R_3, R_4, R_5 など) により構成された零電位発生回路とを備え、

前記ブリッジの信号電圧出力端子間の信号電圧を (抵抗 $R_6 \sim R_8$, 演算増幅器 $OP1$ など) を介して増幅し、この増幅電圧にさらに前記零電位回路の出力電圧を加え合せて出力する半導体圧力センサの温度補償回路において、

前記ブリッジと前記した温度依存性を有する抵

抗もしくは合成抵抗との接続点と、前記零電位発生回路との間を、第 3 の抵抗 ($R_9 \sim R_{11}$ など) を介して接続するものとする。

【作用】

本発明では温度依存性を有する抵抗もしくは合成抵抗とストレインゲージブリッジとの接続点 (第 1、第 2 の実施例では F) と零電位発生回路の間を抵抗を介して接続したものである。

この構成によれば、接続点 F の電位は正の温度特性を有しており、この接続点 F と零電位発生回路を抵抗を介して接続することにより、センサ出力の零点温度特性を正の方向にシフトすることができる。それにより、式 (1) の右辺第 1 項が $-dV_{gs}/dT$ よりも大きい負の温度依存性を持っている場合でも、この正の温度特性により補償することができる。

【実施例】

次に第 1 図ないし第 4 図を用いて本発明の実施例を説明する。第 1 図は本発明の第 1 の実施例としての半導体圧力センサの構成を示す回路図で、

第 5 図に対応するものである。 $R_g (R_{g1} \sim R_{g4})$ はシリコンダイアフラム上に拡散により分散配置されたストレインゲージ (歪ゲージ) であり、ブリッジを構成する。加圧によってブリッジの差動出力端子 A , B 間に電圧出力信号を生じるようにダイアフラム上の位置が決められている。端子 A は抵抗 R_6 を介して演算増幅器 $OP1$ の非反転入力端子に接続され、端子 B は抵抗 R_7 を介して同増幅器 $OP1$ の反転入力端子に接続される。同増幅器 $OP1$ の反転入力端子と出力端子間に抵抗 R_8 が接続される。電源電圧 V_{cc} が加わる端子 C とブリッジへの駆動電圧入力端子 F の間に、負の温度特性を持ったサーミスタ R_s と抵抗 R_2 との直列抵抗に、さらに抵抗 R_1 を並列に接続してなる合成抵抗 R_x が接続される。電源端子 C とアース端子 E の間に抵抗 R_3 と R_4 が直列に接続され、その 2 つの抵抗 R_3, R_4 の接続点 H と演算増幅器 $OP1$ の非反転入力端子間に抵抗 R_5 が接続される。さらに合成抵抗 R_x とブリッジとの接続点 F と演算増幅器 $OP1$ の非反転入力端子間に本発明

の主体となる抵抗 R_9 が新たに接続される。

次に第 1 図の動作を説明する。ストレインゲージブリッジの出力信号電圧は、演算増幅器 $OP1$ と抵抗 R_5, R_6, R_7, R_8 よりなる差動増幅器により増幅される。センサの圧力感度は抵抗 R_8 を変化させ差動増幅器の増幅度を要えることにより調整される。またセンサ出力の零電位成分は、抵抗 R_3, R_4 を変化させて接続点 H の電位を変えることにより調整される。合成抵抗 R_x はブリッジとの接続点 F の電位の温度依存性を正の傾向を持たせる働きがあり、この正の温度依存性によりブリッジ出力信号電圧の負の温度依存性、及びブリッジ出力端子 A , B 間の出力インピーダンスによる差動増幅器増幅度の負の温度依存性が補償される。この温度特性の調整抵抗は R_1 である。

この第 1 図の回路における圧力センサ出力電圧 V_{out} は次式 (2) で表わされる。

$$V_{out} = \frac{R_8}{R_8 + r_g} (V_{gs} - V_{gs0}) +$$

特開平3-68830 (4)

$$\frac{RY - R8}{R6 + r_g + RY} V_g + \frac{R6 + r_g + R8}{R6 + r_g + RY} \cdot \frac{R7 \cdot VD}{R5 + r_D + R7} + \frac{R6 + r_g + R8}{R6 + r_g + RY} \cdot \frac{(R5 + r_D) VF}{R5 + r_D + R7} \quad (2)$$

ここで、

$$RY = \frac{(R5 + r_D) \cdot R7}{R5 + r_D + R7} \quad (3)$$

また抵抗 R9 より点 F 側を見たインピーダンスは抵抗 R9 よりも十分小さいものとし、点 F の電位を VF とする。なお式(2)中の他の符号は式(1)と同じ意味である。

次に等点温度特性補償の回路動作を式(2)を用いて説明する。式(2)の右辺第1項は増巾されたブリッジ出力電圧である。シリコンダイオフラムに圧力が加わらない状態でも通常は差動出力電圧 ($V_{gt} - V_g$) は零ではなく、また温度依存性はばらつきを有する。そのため式(2)の右辺第1項の温度特性はばらつきを有する。また右辺第3項は

温度依存性を持たずセンサ出力のオフセット成分となる。右辺第4項の VF は正の温度依存性を持ち、またその依存性の大きさは V_g の2倍である。

右辺第2項は V_g の温度依存性が正であるため、 $RY > R8$ の場合、正の温度依存性を持ち、 $RY < R8$ の場合、負の温度依存性を持つ。等点温度特性の補償は右辺第1項、右辺第2項、右辺第4項の温度依存性が打ち消し合うように、R5もしくは R9 の値を調整することにより行われる。

第2図は前記式(3)で示される合成抵抗 RY と (右辺第2項) + (右辺第4項) の温度勾配との関係を示す。ここで V4 は式(2)右辺第4項の値で、下式(4)で示される。

$$V4 = \frac{R6 + r_g + R8}{R6 + r_g + RY} \cdot \frac{(R5 + r_D) VF}{R5 + r_D + R7} \quad (4)$$

第2図のグラフを第5図の従来技術の場合のグラフと比較すると、温度勾配が正の方向に V4 だけシフトしている。よって、右辺第1項、すなわちブリッジ出力電圧による温度特性のばらつきが $-dV_g/dT$ より負の場合でも補償することが

可能である。この V4 の温度勾配は、抵抗 R5、R9 の値を変えることにより広範囲にとることが可能である。

第3図は本発明の第2の実施例としての回路図であり、合成抵抗 R_x とストレンゲージブリッジとの接続点 P と、抵抗 R3 と R4 の接続点 H とを抵抗 R10 を介して接続したものであり、第1図と同様の効果が得られる。

第4図は本発明の第3の実施例としての回路図であり、合成抵抗 R_x をストレンゲージブリッジの負側の駆動電圧入力端子 C とアース端子 E 間に接続し、この合成抵抗 R_x とストレンゲージブリッジとの接続点 G と演算増巾器 OPI の非反転入力端子との間に抵抗 R11 を接続したものである。この回路では第1図の場合とは逆に、ブリッジ出力電圧による温度特性ばらつきの補償範囲を $+V_{gt}/dT$ 以上の正の範囲まで拡大することが可能である。

【発明の効果】

本発明によれば、シリコンダイオフラム上に拡

散により形成された差ゲージ $R_{e1} \sim R_{e4}$ を含み、1対の駆動電圧入力端子 F、G と1対の信号電圧出力端子 A、B とを有するブリッジ回路と、

前記駆動電圧入力端子 F、G のいずれか一方と駆動電圧源の一方の端子 C または E との間に接続され、前記ブリッジの駆動電圧入力端子 F、G 間の等価内部抵抗とは異なった温度依存性を有する抵抗 R_a 、もしくは該抵抗 R_a を含む複数の抵抗 R1、R2 よりなる合成抵抗 R_x と、

前記駆動電圧源の端子 C、E 間に設けられ、複数の抵抗 R3 ~ R5 により構成された等電位発生回路とを結ぶ、前記ブリッジの信号電圧出力端子 A、B 間の信号電圧を抵抗 R6 ~ R8、演算増巾器 OPI を介して増巾し、この増巾電圧にさらに前記等電位回路の出力電圧を加え合わせて出力する半導体圧力センサの温度補償回路において、

前記ブリッジと前記した温度依存性を有する抵抗もしくは合成抵抗との接続点 F または G と、前記等電位発生回路との間を、抵抗 R9、R10 または R11 を介して接続するようにしたので、

特開平3-68830 (5)

ストレンゲージブリッジ出力による温度特性ばらつきの補償可能範囲を、従来の回路に抵抗を1個付加することにより拡大することができ、次の効果を示す。

① 温度温度特性補償用の素子、および、ストレンゲージの温度依存性を利用しているため、零点温度特性補償用として新たに温度依存性を持った素子は用いず、抵抗1個で実現可能である。ゆえに高精度でかつコンパクトな圧力センサが構成できる。

② 付加する抵抗の値を十分大きな値に選ぶことにより、他の零点調整や温度温度特性補償に影響を及ぼさない回路が構成できる。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の第1の実施例としての回路図、

第2図は第1図の動作説明用の特性図、

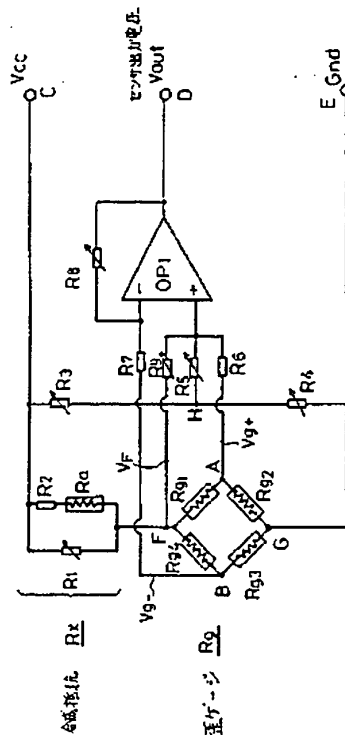
第3図、第4図はそれぞれ本発明の第2、第3の実施例としての回路図、

第5図は第1図、第3図、第4図に対応する従来の回路図、

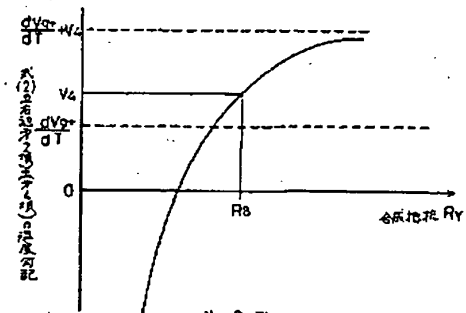
第6図は第5図の動作説明用の特性図である。

$R_s(R_{s1} \sim R_{s4})$: 体散形ストレンゲージ、
 $R1 \sim R11$: 抵抗、 R_x : 合成抵抗、 R_a : 負の温度依存性を持った抵抗、 $OP1$: 演算増幅器、
 V_{cc} : 電源電圧、 V_{out} : センサ出力電圧、 G_{nd} : フース電位、 $A \sim C$: 図内点。

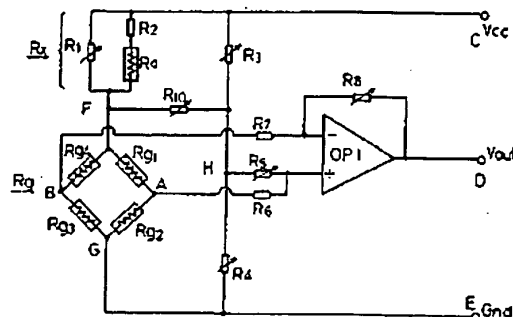
代理人 山 口 直



第1図



第2図



第3図

